



TITLE:

Two Stream Instability and Fluctuations

AUTHOR(S):

一丸, 節夫

CITATION:

一丸, 節夫. Two Stream Instability and Fluctuations. 物性研究 1963, 1(2): 152-154

ISSUE DATE:

1963-11-05

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/85500>

RIGHT:

られているプラズマ振動は，巨視的な運動方程式から導く事もできるし，微視的な観点から導く事もできる。

プラズマの異常輸送現象を，乱流的輸送現象として理解していこうとする為には，プラズマの乱流とは，どのような運動のモードによつて characterize されるのか？を明らかにする事が，先ず必要である。

プラズマを流体的近似でとりあつかう場合には，連続の式，運動の方程式と Maxwell の方程式の組を用いるが，プラズマ内の運動のモードを見通しよく調べる為には，それらの連立方程式を，正準型式に書きあらわすことが可能かどうかを考えた。量子流体力学などで良く知られているやり方に従つて，そのプログラムを進めると，HeII の問題ではフォノン-ロトン系に対する Hamiltonian が導かれるのに対して，プラズマの場合には，プラズモン-ロトン系に対する Hamiltonian が得られる。

プラズマ内の乱流とは？ という問題から，横にそれてしまったような気がするが，プラズマの場合のロトンという運動の自由度は一体何なのであるか？（本号 119 頁参照）

Two Stream Instability and Fluctuations

一 丸 節 夫(東大工)

Pines, Rostoker 及び筆者⁽¹⁾によつて展開された，プラズマの two stream instability に附随せる臨界揺動現象の理論を紹介する。

プラズマ中の電子密度の時間空間的な相関函数の Fourier 変換は，よく知られている通り，電子密度のゆらぎのスペクトル， $S(k\omega)$ ，を与える。

この $S(k\omega)$ はプラズマ中の集団運動的及び個別運動的な素励起を共に含むが，それらをわけて

$$S(k\omega) = S_1(k)\delta(\omega - \omega_k) + S_2(k\omega) \quad (1)$$

とかく。こゝで ω_k はプラズマ中の集団運動モードの分散関係で、プラズマの dielectric constant : $\epsilon(k\omega) = 0$ から得られる。 $S(k\omega)$ が(1)のようにかけるためには、 ω_k で表される素励起の寿命が充分長くなければならず、そのような場合、減衰率は

$$\gamma_k = \text{Im} E(k\omega_k) / \frac{\partial \text{Re} \epsilon(k\omega_k)}{\partial \omega_k} \quad (2)$$

とかける。二成分(電子及びイオン)プラズマで、その間に相対的なドリフト V_d がある場合、acoustic modeが不安定になる可能性のあることが知られており、その場合 dielectric constant は、

$$\epsilon_{crit}(k\omega) = \left(1 + \frac{k_-^2}{k^2}\right) \left(1 - \frac{\omega_k^2}{\omega^2}\right) + i\left(\frac{\pi}{2}\right)^{1/2} \frac{k_-^2}{k^2} \frac{V_d(k) - V_-}{V_-} \quad (3)$$

で表される。こゝで $V_d(k)$ は V_d - k 面での不安定性の境界曲線を表し、 k_- は電子のDebye波数、 $V_- = (k_B T_- / m_-)^{1/2}$ は電子の平均熱速度、また、長い波長の局限で、 $\omega_k = k(k_B T_- / m_+)^{1/2}$ であり、電子温度(T_-)はイオン温度に比べて充分高いものと仮定されている。

(1)式中の第一項、集団運動的な励起のスペクトルは次の二つの方法で計算することができる。一つは、プラズマ中の各々の粒子を "dressed particles" でおきかえ、それらを独立に重ねあわせ全体の $S(k\omega)$ を求め、そのうちの共鳴成分から、 $S_1(k)\delta(\omega - \omega_k)$ を得るという方法であり⁽¹⁾、もう一つは、Pines-Schrieffer⁽²⁾の導いた electron, plasmon 及び phonon についての kinetic equations の定常解から直接 $S_1(k)\delta(\omega - \omega_k)$ を得るという方法である。⁽¹⁾ 両者は同じ結果を与え、 $S_1(k)$ は(2)式で与えられる γ_k に逆比例する。不安定に近づく acoustic mode について、(3)式を用いて計算すると、

$$S_{crit}(k\omega) = \frac{n\omega_k}{2k} \frac{1}{V_d(k) - V_d} \delta(\omega - \omega_k) \quad (4)$$

となり, ω_k の近傍で ω について積分すると

$$S_{crit}(k) = \frac{n\omega_k}{2k} \frac{1}{V_d(k) - V_d}$$

を得る。 V_d が $V_d(k)$ に近づくと, 電子密度のゆらぎは発散する傾向を示す。

(文 献)

1. S. Ichimaru, D. Pines, and N. Rostoker, Phys. Rev. Letters 8, 231 (1962);
S. Ichimaru, Ann. Phys. (N.Y.) 20, 78 (1962).
2. D. Pines and J. R. Schrieffer, Phys. Rev. 125, 804 (1962).

液体 He 内イオンの不安定性

阿 部 龍 蔵 (物性研)

He II の超流動性を微視的にさぐる一つ的手段としてイオンを用いる実験がいろいろ行われてきた。このうち非線型伝導現象と関係がありそうなのは Careri et al.¹⁾ の実験である。

彼らは適当な α -emitter を使い + イオンの易動度を測定した。イオンの drift velocity が 4.7 m/sec 位のところで易動度の値がストンと落ち, その 2 倍位の drift velocity でまたストンと変化する。これは He II 内の素励起の不安定性と関係があると思えるのだが, その原因については未だはつきり分っていない。